

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 11 月 3 日 (03.11.2005)

PCT

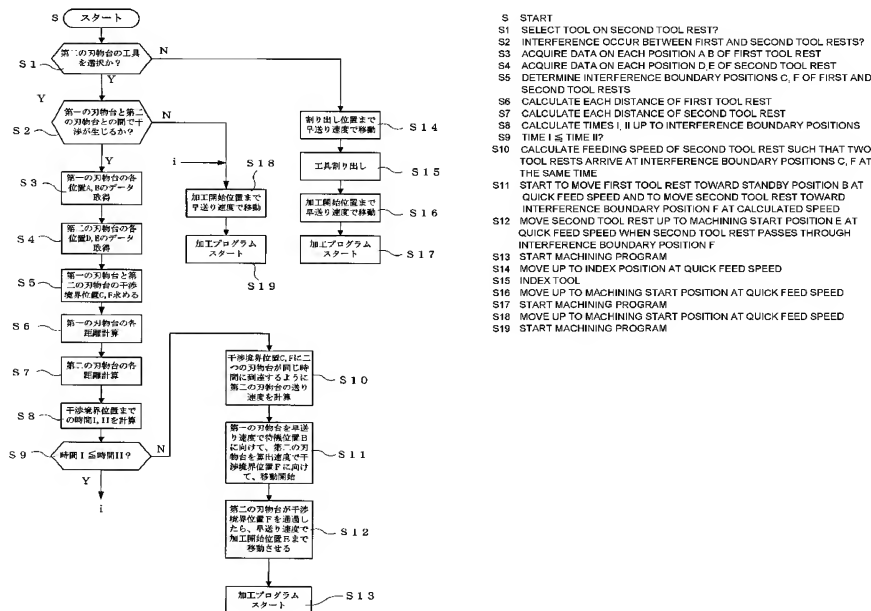
(10) 国際公開番号
WO 2005/102570 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B23B 1/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渋井 友隆
(SHIBUI, Yutaka) [JP/JP]; 〒3890206 長野県北佐久
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007047 郡御代田町大字御代田 4 1 0 7 番地 6 シチズン精
機株式会社内 Nagano (JP). 松丸 肇 (MATSUMARU,
(22) 国際出願日: 2005 年 4 月 12 日 (12.04.2005) Hajime) [JP/JP]; 〒3890206 長野県北佐久郡御代田
町大字御代田 4 1 0 7 番地 6 シチズン精機株式会
(25) 国際出願の言語: 日本語 社内 Nagano (JP). 数家 啓太 (KAZUIE, Keita) [JP/JP];
〒3890206 長野県北佐久郡御代田町大字御代田
(26) 国際公開の言語: 日本語 4 1 0 7 番地 6 シチズン精機株式会社内 Nagano
(JP).
(30) 優先権データ: 特願2004-123222 2004 年 4 月 19 日 (19.04.2004) JP (74) 代理人: 渡辺 喜平 (WATANABE, Kihei); 〒1010041 東
京都千代田区神田須田町一丁目 2 番 芝信神田ビ
ル 3 階 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズン
時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP];
〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号
Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MACHINING WORK IN NUMERICALLY CONTROLLED LATHE

(54) 発明の名称: 数値制御旋盤におけるワークの加工方法



(57) Abstract: A method of machining a work in numerically controlled lathe capable of reducing the machining cost by shortening idle time at the time of switching and capable of enhancing the lifetime by lessening burden on the feeding mechanism of a tool rest. Upon completion of the machining of a work W by means of a tool T1 on one tool rest (13), the one tool rest (13) is moved up to a standby position B and, at the same time, the other tool rest (15) is moved from a standby position D and the feeding speed of the other tool rest (15) is controlled such that the one and the other tool rests (13, 15) arrive simultaneously at positions C and F preset between the work W and the waiting positions B and D.

[続葉有]

WO 2005/102570 A1



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 切り替えの際の無駄時間を短縮することで加工コストを削減することができ、刃物台の送り機構の負担を軽減することで寿命を向上させることのできる数値制御旋盤におけるワークの加工方法を提供する。一方の刃物台13の工具T1によるワークWの加工終了後に、一方の刃物台13を待機位置Bまで移動させると同時に、他方の刃物台15を待機位置Dから移動させ、他方の刃物台15の送り速度を制御して、一方及び他方の刃物台13, 15の両方が、予めワークWと待機位置B、Dとの間に設定された位置C、Fに同時に到達するようにした。

明 細 書

数値制御旋盤におけるワークの加工方法

技術分野

- [0001] 本発明は、回転自在な主軸のチャックに把持させたワークの加工を、複数の刃物台に装着した工具で行う数値制御旋盤におけるワークの加工方法に関する。

背景技術

- [0002] 回転自在な主軸のチャックに把持させたワークの加工を、複数の刃物台に装着した工具を切り替ながら行う数値制御旋盤(以下、NC旋盤と記載する)が知られている。

このようなNC旋盤の中には、主軸軸線を横断する軸線方向に進退移動する第一の刃物台と、主軸に対向して設けられ主軸軸線上で進退移動する第二の刃物台とを有し、

主として前記ワークの外周面の加工を前記第一の刃物台に装着した工具で行い、主として前記ワークの端面の加工を、前記第二の刃物台に装着した工具で行うものがある。

- [0003] 図8は、上記したNC旋盤の一例を示すもので、NC旋盤の主要部の構成を概略図で示している。

このNC旋盤1は、主軸12を回転自在に支持するとともに、主軸12の軸線Lと同方向であるZ方向に進退移動自在な主軸台11と、主軸12の軸線Lの一侧に配置された櫛歯形の第一の刃物台13と、軸線L上で主軸12に対峙して配置された櫛歯形の第二の刃物台15とを有している。

- [0004] 第一の刃物台13は、図8の紙面に直交する方向であるY方向と、Z方向及びY方向の双方に直交するX方向とに移動が可能である。また、第二の刃物台15は、Z方向に進退移動が可能である。

第一の刃物台13の工具装着部には、バイト等の工具T1がY方向に複数並べて装着される。また、第二の刃物台15には、X方向に移動自在な工具装着部16が設けられていて、ワークWの端面に孔明け加工等を施すドリルやエンドミル等の工具T2が、X方向に複数(図示の例では三つ)並べて装着される。そして、主として工具T1がワ

ークWの外周面の加工を行い、主として工具T2が、ワークWの端面の加工を行う。

[0005] 主軸12には軸線L上に貫通孔が形成されていて、長尺棒状のワークWがこの貫通孔を挿通するようになっている。ワークWは、主軸12の前端から所定長さ先端を突出させた状態で、主軸先端の図示しないチャックによって把持される。第一の刃物台13は、Y方向の移動によって所定の工具T1を加工位置に割り出す。そして、第一の刃物台13のX方向の移動と主軸台31のZ方向の移動との組み合わせによって、ワークWに対する工具T1の位置決めと工具T1によるワークWの切削加工とを行う。

第二の刃物台15は、刃物装着部16のX方向の移動によって所定の工具T2を加工位置(主軸軸線L上)に割り出し、第二の刃物台15のZ方向の移動によって、ワークWに対する工具T2の位置決めと工具T2によるワークWの端面の加工とを行う。

[0006] 上記構成のNC旋盤1では、図9(a)に示すように、第一の刃物台13に装着した工具T1によるワークWの加工中は、第二の刃物台15はワークWの加工領域から十分に離れた待機位置Dで待機している。ワークWの外周面の加工終了後に、第二の刃物台15に装着された工具T2でワークWの端面加工を行うときは、図9(b)に示すように、第一の刃物台13をワークWの加工領域から十分に離れた待機位置Bまで後退させ、しかる後に、図9(c)に示すように、第二の刃物台15を待機位置DからワークWの加工を開始させる加工開始位置Eまで移動させるようにしている。

[0007] ところで、近年では、ワーク加工のためのさらなるコスト削減の要求から、刃物台による工具の割り出し時間を短縮したり、主軸の回転速度を高速化したりして、加工時間の短縮を図るなどの手段が講じられている。しかしながら、割り出し時間の短縮や主軸の回転速度の高速化等による加工時間の短縮は、近年では実質的に限界に達していて、これまで以上の大幅な加工時間の短縮はほとんど期待することができない。

そこで、本願出願人は、複数の刃物台の工具を交互に切り換えながらワークの加工を行う場合に、工具の切り換え時間を短縮することによって加工時間を短縮し、ワークの加工コストのさらなる削減を図ることができるワークの加工方法を提案している(特許文献1, 2参照)

[0008] 特許文献1:特開2002-341913号公報

特許文献2:特開2002-341915号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 上記文献に記載の技術は、主軸軸線の両側に対向して配置した二つの刃物台の工具のうち、次回加工工具の刃先をワークに可能な限り近接させた位置で待機させ、両工具が干渉しない範囲で交互に迅速に切り替えを行いながら、連続的にワークの加工を行えるようにしたものである。

そのため、上記文献に記載の技術は、主軸軸線の両側に対向する二つの櫛歯形の刃物台を有するNC旋盤には有用な技術ではあるものの、上記した位置関係で配置された複数の刃物台を有し、一方の刃物台の工具で加工を行っている間是他方の刃物台を待機位置で待機させる形態のNC旋盤にはそのまま適用することはできない。

また、この種のNC旋盤では、待機位置とワークとの間を早送り速度で往復移動させているが、早送り速度で刃物台を移動させると、刃物台の送り機構に多大な負担が繰り返し作用することになり、送り機構を構成するねじ軸等の寿命を短くするという問題がある。

[0010] 本発明は上記の問題点を鑑みてなされたもので、上記のような位置関係で二つの刃物台が配置されているNC旋盤において、第一の刃物台と第二の刃物台に装着された工具を交互に切り替えながらワークの加工を行う場合に、切り替えの際の無駄時間を短縮することでワークの加工時間を短縮して、ワークの加工コストのさらなる削減を図るとともに、早送りによる送り機構の負担を軽減させて、送り機構の寿命を延ばすことのできる数値制御旋盤におけるワークの加工方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために、一方の刃物台の工具によるワークの加工終了後に、前記一方の刃物台を待機位置まで移動させると同時に、他方の刃物台を待機位置から移動させ、他方の刃物台の送り速度を制御して、一方及び他方の刃物台の両方が、予めワークと待機位置との間に設定された位置に同時に到達するようにすることで、切り替え時間の大幅短縮を図ることができることに想到した。

[0012] 具体的に、本発明は、回転自在な主軸と、この主軸に対して主軸軸線方向及び主

軸軸線に交叉する方向に相対的に進退移動が可能な第一の刃物台と、前記主軸に対して前記主軸軸線方向に相対的に進退移動が可能な第二の刃物台とを有する数値制御旋盤におけるワークの加工方法において、今回の加工で使用した工具が、前記第一の刃物台及び前記第二の刃物台のうちのいずれの刃物台に装着されているものなのかを判断するステップと、次回の加工で使用する工具が、前記第一の刃物台に装着された工具なのか、前記第二の刃物台に装着された工具なのかを判断するステップと、前記第一の刃物台及び前記第二の刃物台のうち、今回の加工で使用した工具を装着している刃物台と次回の加工で使用する工具を装着している刃物台とが異なる場合に、移動の途中で前記第一の刃物台と前記第二の刃物台との間に干渉が生じるかどうかを判断するステップと、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台との間に干渉が生じる場合に、それぞれの前記移動経路上で、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台とが近接しつつ干渉しない干渉境界位置を、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台のそれぞれについて求めるステップと、今回の加工で使用した工具を装着している刃物台と次回の加工で使用する工具を装着している刃物台とが異なる場合に、一方の刃物台を早送り速度で前記待機位置に向けて移動させるステップと、前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達する時間と同一の時間に、次回の加工で使用する工具を装着した他方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するように、前記他方の刃物台の送り速度を求め、得られた送り速度で前記他方の刃物台を前記干渉境界位置に向けて移動させるステップと、前記他方の刃物台について得られた前記送り速度が早送り速度よりも小さい場合に、前記他方の刃物台が前記干渉境界位置を通過する際に、前記他方の刃物台を早送り速度まで増速させて、次回の加工で使用する前記工具を加工開始位置まで移動させるステップとを有する加工方法としてある。

- [0013] この方法によれば、第一の刃物台及び第二の刃物台のうち、今回の加工で使用した工具を装着する一方の刃物台を早送り速度で待機位置まで移動させる際に、第一の刃物台と第二の刃物台とは、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台とが近接しつつ干渉しない干渉境界位置を同一時間に通過し、かつ、干渉境界位置の通過とともに他方の刃物台を早送り速度まで増速させるので、次回の加工に使用する工具を

装着した他方の刃物台を最短距離、最短時間でワークまで到達させることが可能になる。

[0014] 本発明においては、前記第二の刃物台に単一の工具が装着されている場合に限らず、第二の刃物台に複数の工具が装着されている場合にも適用が可能である。この場合は、前記複数の工具を前記主軸軸線と交叉する前記第一の刃物台の移動方向と同方向に配列し、前記第一の刃物台の移動方向と同方向に前記複数の工具を移動させることで所定の工具を加工位置に割り出すようにするとよい。

[0015] 前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達する時間と同一の時間に、次の加工で使用する工具を装着した他方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するように、前記他方の刃物台の送り速度を求める具体的方法としては、前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間と、前記他方の刃物台を早送り速度で移動させた場合に前記他方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間とを比較し、前記他方の刃物台が前記一方の刃物台よりも短い時間で前記干渉境界位置に到達する場合に、前記他方の刃物台の前記待機位置と前記干渉境界位置との距離と前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間とから、前記他方の刃物台の送り速度を求めるようにするとよい。

[0016] 干渉が生じるかどうかの判断及び干渉境界位置を設定するにあたって規準となる干渉発生位置は、前記第二の刃物台と干渉が生じることのある前記第一の刃物台の所定部位と、前記第一の刃物台に装着され、加工位置に割り出された工具の刃先位置とから、第一の干渉チェック領域を前記第一の刃物台について形成し、この第一の干渉チェック領域と前記第二の刃物台との間で干渉が生じるかどうかで行うことができる。

前記第二の刃物台に装着されている工具の刃先が同一位置に揃えられている場合には、前記工具の刃先位置と前記工具の径とから第二の干渉チェック領域を前記第二の刃物台について形成するとよく、前記第二の刃物台に装着されている工具が長さの異なる工具であって、かつ、刃先位置が不揃いである場合には、工具の各々について刃先位置と工具径と第二の刃物台における装着位置とから第二の干渉チェック領域を形成し、各干渉チェック領域と前記第一の干渉チェック領域との位置関係

から、干渉が生じるかどうかを判断するとよい。

発明の効果

- [0017] 本発明は上記のように構成されているので、回転自在な主軸と、この主軸に対して主軸軸線方向及び主軸軸線に交叉する方向に相対的に進退移動が可能な第一の刃物台と、前記主軸に対して前記主軸軸線方向に相対的に進退移動が可能な第二の刃物台とを備えた数値制御旋盤において、第一の刃物台に装着された工具と第二の刃物台に装着された工具とを交互に切り替えながらワークの加工を行う場合に、一方の刃物台の工具から他方の刃物台の工具に切り替える切り替え時間を短縮することができ、ワークの加工時間を短縮して加工コストを削減することができる。

また、早送り速度で刃物台を移動させる時間を削減することで、送り機構に作用する負荷を軽減させて、送り機構の寿命を延長することができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の加工方法の第一の実施形態にかかり、工具切替の手順を説明するフローチャートである。
- [図2]この実施形態における二つの刃物台の位置関係を説明する図である。
- [図3]この実施形態における干渉判断の一手法を説明する図である。
- [図4]第一の刃物台の工具による加工が終了した時、両刃物台が干渉境界位置に到達したとき、第二の刃物台の工具が加工開始位置に到達したときの第一及び第二の刃物台の位置関係を説明する図である。
- [図5]第一の刃物台13と第二の刃物台15の送り速度と時間との関係を示すグラフである。
- [図6]本発明の加工方法の第二の実施形態にかかり、工具切替の手順を説明するフローチャートである。
- [図7]この実施形態における干渉判断の一手法を説明する図である。
- [図8]本発明の適用が可能なNC旋盤の一例を示すもので、NC旋盤の主要部の構成を概略図で示したものである。
- [図9]本発明の従来例にかかり、図8のNC旋盤における工具切り替えの手順を説明する図である。

符号の説明

[0019] 1 NC旋盤

11 主軸台

12 主軸

13 第一の刃物台

15 第二の刃物台

T1:T2 工具

A 今回加工工具T1の現在位置

B 第一の刃物台の待機位置

C 第一の刃物台の干渉境界位置

D 第二の刃物台の待機位置

E 次回加工工具T2の加工開始位置

F 第二の刃物台の干渉境界位置

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明の好適な実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

[第一の実施形態]

図1は、本発明の第一の実施形態にかかる工具切り替えの手順を説明するフローチャート、図2は、この実施形態における二つの刃物台の位置関係を説明する図、図3は、この実施形態における干渉判断の一手法を説明する図、図4は、第一の刃物台の工具による加工が終了したとき、両刃物台が干渉境界位置に到達したとき、第二の刃物台の工具が加工開始位置に到達したときの各段階における第一及び第二の刃物台の位置関係を示す図である。

なお、この実施形態におけるNC旋盤は、図8及び図9に示すNC旋盤と基本構成が同じであるものとし、図8及び図9と同一部位、同一部材には同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

[0021] ワークWの加工を開始するに先立って、図2に示すように、第一の刃物台13の待機位置Bと第二の刃物台15の待機位置Dとを設定する。待機位置B、Dは、一方の刃物台(例えば第一の刃物台13)に装着された工具(例えば工具T1)でワークWの加

工を行っている間に、他方の刃物台（例えば第二の刃物台15）が待機している位置で、ワークWの加工を行う加工領域から十分に後退した位置に予め設定される。

以下に、本発明における工具切り替えの手順を説明するが、以下の説明では、第一の刃物台13に装着した工具T1でワークWの加工を行った後に、工具の切り替えを行ってワークWの加工を継続することを前提とする。また、この実施形態では、第二の刃物台に装着する工具T2を全て同じ長さとし、かつ、工具T2の刃先を同一の直線上に揃えていることを前提とする。

[0022] 図2の実線及び図4(a)に示すように、第一の刃物台13の工具T1でワークWの加工を行っている間は、第二の刃物台15は待機位置Dで待機している。

今回の加工を行った工具（今回加工工具と記載することがある）T1による加工の終了後に、NC旋盤の図示しない制御装置は、ワークWの加工プログラムから、次の加工で使用する工具（次回加工工具と記載することがある）が第一の刃物台13に装着されている工具T1なのか、第二の刃物台15に装着されている工具T2なのかを判断する（ステップS1）。

[0023] 次回加工工具として、第一の刃物台13に装着されている工具T1を使用する場合には、第一の刃物台13を工具T1の割り出しが可能な位置、例えば待機位置Bまで早送り速度で移動させ（ステップS14）、当該位置Bで次回加工工具T1の割り出しを行い（ステップS15）、割り出し終了後に、第一の刃物台13をワークWに向けて早送り速度で移動させて、次回加工工具T1をワークWの加工開始位置まで移動させる（ステップS16）。以後、次回加工工具T1によってワークWを加工するための加工プログラムをスタートさせる（ステップS17）。

[0024] 次回加工工具として、第二の刃物台15の工具T2を使用する場合は、前記制御装置は、第一の刃物台13と第二の刃物台15との間で干渉が生じるかどうかを判断する（ステップS2）。

干渉するかどうかの判断は、例えば、図3に示すように、第一の刃物台13及び第二の刃物台15の各々について、両刃物台13, 15の間の干渉を検出するための領域（干渉チェック領域）CP1, CP2を設定し、両刃物台13, 15の移動とともに両領域CP1, CP2を移動させて、両領域CP1, CP2が干渉するかどうかで行うようにしてもよい。

。

[0025] 第一の刃物台13の干渉チェック領域CP1は、第二の刃物台15に装着された工具T2と干渉する可能性のある第一の刃物台13の前面13a(XY面)のZ方向位置データと、第一の刃物台13に装着された今回加工工具T1の工具長から得られた刃先位置データとから形成することができる。

第二の刃物台15の干渉チェック領域CP2は、第二の刃物台15に装着された複数の工具T2の各々の刃先位置データと工具径データとから形成することができる。

そして、第一の刃物台13が現在位置Aから待機位置Bまで早送り速度で移動する際の干渉チェック領域CP1の軌跡を求め、第二の刃物台15が待機位置Dから加工開始位置Eまで早送り速度で移動する際の干渉チェック領域CP2の軌跡を求め、両領域CP1, CP2が移動の途中で干渉するか否かを判断する。

[0026] その結果、第一の刃物台13と第二の刃物台15との間で干渉が生じない場合には、第一の刃物台13を早送り速度で現在位置Aから待機位置Bまで移動させるとともに、第二の刃物台15を待機位置Dから加工開始位置Eまで早送り速度で移動させる(ステップS18)。以後、次回加工工具T2によってワークWを加工するための加工プログラムをスタートさせる(ステップS19)。

[0027] ステップS2で干渉が生じると判断した場合は、両刃物台13, 15の待機位置B, Dの座標データ、第一の刃物台13の現在位置Aの座標データ、次回加工工具T2の加工開始位置Eの座標データを取得する(ステップS3, S4)。

次いで、第一の刃物台13と第二の刃物台15のそれぞれの移動経路上に設定され、両刃物台13, 15の間で干渉が生じるか生じないかの境界となる位置(干渉境界位置)C, Fを取得する(ステップS5)。

[0028] この干渉境界位置C, Fの決定は、例えば以下の手順で行うことができる。

まず、両刃物台13, 15の干渉チェック領域CP1, CP2が移動の過程で最初に干渉する位置を求める。そして、この位置から第一の刃物台13の待機位置B寄りのところ及び第二の刃物台15の待機位置D寄りのところに、干渉チェック領域CP1, CP2が干渉しない干渉境界位置C, Fをそれぞれ設定する。最初に干渉する位置から干渉境界位置C, Fまでの距離は任意に設定することができるが、0.5mm～数mm程

度とするとよい。

このようにして干渉境界位置C、Fを設定し、これらの座標データを得る(ステップS5)。

次いで、取得した各座標データから、第一の刃物台13及び第二の刃物台15について、隣接する各位置AC間、CB間、DF間及びFE間の距離 Da_1 , Da_2 , Db_1 , Db_2 を計算する(ステップS6, S7)。

[0029] 第二の刃物台15の次回加工工具T2を最短時間で待機位置Dから加工開始位置Eに到達させるには、第一の刃物台13が現在位置Aから干渉境界位置Cに到達した時間と同一の時間に、第二の刃物台15が待機位置Dから干渉境界位置Fに到達するようにし、干渉境界位置Fから加工開始位置Eまで早送り速度で移動するようするとよい。

この実施形態では、第一の刃物台13が加工終了時の現在位置Aから干渉境界位置Cまで早送り速度で移動する時間Iを計算し、第二の刃物台15を待機位置Dから干渉境界位置Fまで早送り速度で移動させた場合に要する時間IIを計算する(ステップS7)。そして、時間Iと時間IIとを比較する(ステップS8)。

[0030] 図5は、第一の刃物台13と第二の刃物台15の送り速度と時間との関係を示すグラフである。

図5(a)中、斜線で示す部分の面積が、第一の刃物台13を早送り速度 V_m で移動させた場合における現在位置Aと干渉境界位置Cとの間の距離 Da_1 に相当する。同様に、図5(b)中、斜線で示す部分の面積が、第二の刃物台15を早送り速度 V_n で移動させた場合における待機位置Dと干渉境界位置Fとの間の距離 Db_1 に相当している。

[0031] 時間Iが時間IIより長い場合、つまり、図5(b)に示すような場合は、第一の刃物台13が干渉境界位置Cに到達する前に第二の刃物台15が干渉境界位置Fを通過してしまうから、第一の刃物台13が干渉境界位置Cを通過する時間と第二の刃物台15が干渉境界位置Fを通過する時間とが同じになるように、第二の刃物台15の送り速度 V_s を求める(ステップS10)。つまり、図5(c)に示すように、時間軸を時間II＝時間Iとなる位置に固定したときに、斜線部分の面積が距離 Db_1 に等しくなるように、送り速

度 V_s を求めるわけである。

そして、第一の刃物台13を早送り速度 V_m で待機位置Bに向けて移動させ、第二の刃物台15をステップS10で求めた送り速度 V_s で干渉境界位置Fに向けて移動させる(ステップS11)。

[0032] このようにすることで、図4(b)に示すように、第一の刃物台13と第二の刃物台15とは、同一の時間にそれぞれの干渉境界位置C, Fに到達する。干渉境界位置Fに達するまでの間は、第二の刃物台13は早送り速度 V_n より小さい送り速度 V_s で移動するので、この間は、ねじ軸等の送り機構に作用する負担も小さくすることができる。

第二の刃物台15が干渉境界位置Fに到達した後は、図4(c)及び図5(c)に示すように、第二の刃物台15を早送り速度 V_n に増速して、加工開始位置Eまで移動させる(ステップS12)。

第二の刃物台15が加工開始位置Eに到達したら、以後、ワークWを加工させるための加工プログラムをスタートさせて、ワークWの加工を開始させる(ステップS13)。

[0033] なお、時間Iが時間IIより短い場合又は時間Iと時間IIとが同じである場合は、両刃物台13, 15の間には干渉は生じないから、第一の刃物台13及び第二の刃物台15とともに早送り速度 V_m , V_n で移動させ(ステップS18)、第二の刃物台15が加工開始位置Eに到達した後に、次回加工工具T2によるワークWの加工のための加工プログラムをスタートさせる(ステップS19)。

[0034] [第二の実施形態]

次に、第二の刃物台15に装着されている複数本(図示の例では四本)の工具が、長さの異なる工具T21～T24である第二の実施形態を、図6のフローチャート及び図7を参照しながら説明する。

なお、この実施形態は、干渉境界位置C, Fの設定手順が上記と異なるほかは第一の実施形態と同じである。そこで、干渉境界位置C, F設定の手順について以下に詳細に説明し、第一の実施形態と同一の部分については説明を省略する。また、以下の説明では、説明の便宜のため、第一の刃物台13の工具T1でワークWの加工を終えた後に、第二の刃物台15の工具T21～T24のうち、最下段に装着された工具T24を次回加工工具として選択することを前提とする。

[0035] 図6は、干渉境界位置C, Fの設定手順を説明するフローチャート、図7(a)は、第二の刃物台15の工具T21～T24と第一の刃物台13との位置関係を示す図、図7(b)は、干渉境界位置C, Fの設定するにあたり、第一の刃物台13の移動経路と第二の刃物台15の工具T21～T24との関係を説明する図である。

[0036] この実施形態では、工具T21, T22, T23, T24のそれぞれについて、干渉チェック領域CP21, CP22, CP23, CP24を設定する(ステップS51)。干渉チェック領域CP21, CP22, CP23, CP24は、工具T21, T22, T23, T24の工具径データ、刃先位置データ及び第二の刃物台15における工具T21, T22, T23, T24の装着位置データから形成することができる。

そして、各干渉チェック領域CP21～CP24と第一の刃物台13の干渉チェック領域CP1との距離E21, E22, E23, E24を求める(ステップS52)。次いで、第二の刃物台15を早送り速度でワークW側に移動させたときに、各干渉チェック領域CP21～CP24が干渉チェック領域CP1に到達するまでの時間t21, t22, t23, t24を計算する(ステップS53)。なお、図示の工具装着例では、上から二番目の工具T22が第一の刃物台15と干渉することは事実上起こりえないので、工具T22に関する上記のデータ(E22, t22)は予め除外しておいてもよい。

[0037] 次に、第一の刃物台13の干渉チェック領域CP1が、現在位置Aから次回加工工具T24と干渉しなくなる位置(i)まで移動する時間をt14、同じく、工具T22と干渉しなくなる位置(ii)まで移動する時間をt12、同じく、工具T21と干渉しなくなる位置(iii)まで移動する時間をt11とする(ステップS53)。そして、時間t11と時間t21、時間t12と時間t22、時間t14と時間t24について各々を比較する(ステップS54)。

[0038] その結果、 $t14 < t24$ 、 $t13 < t23$ 及び $t11 < t21$ の全ての条件を満足する場合(ステップS55)には、第一の刃物台13の干渉チェック領域CP1が各位置(i)(ii)(iii)を通過したあとに、第二の刃物台15の干渉チェック領域CP21, 22, 24が各位置(i)(ii)(iii)に到達することになるから、第一の刃物台13と第二の刃物台15とは干渉しない。そこで、前記制御装置は第一の刃物台13と第二の刃物台15との間で干渉が生じないと判断して、両刃物台13, 15を早送り速度で待機位置B及び加工開始位置Aまで送る(ステップS18、図1参照)。

[0039] 上記以外の条件のとき、すなわち、 $t_{14} \geq t_{24}$ 、 $t_{13} \geq t_{23}$ 及び $t_{11} \geq t_{21}$ のいずれかの条件を含むときには、第一の刃物台13と第二の刃物台15との間で干渉が生じると判断する。この場合は、干渉を回避しつつ最短の時間で第二の刃物台15を加工開始位置まで送ることができるように、第二の刃物台15の速度を調整する。

この場合は、 $t_{14} \geq t_{24}$ 、 $t_{13} \geq t_{23}$ 及び $t_{11} \geq t_{21}$ のうちのいずれの条件であるのか、他の一つ又は二つがどのような条件であるのかによって、どこで干渉が生じるのかの判断する(ステップS56)。

例えば、 $t_{13} \geq t_{23}$ 及び $t_{11} \geq t_{21}$ であって $t_{14} < t_{24}$ であるときは、干渉チェック領域の領域CP23と領域CP1との干渉及び領域CP21と領域CP1との干渉が考えられる。そこで、前記制御装置は、両者の時間差 $t_{13} - t_{23}$ 、 $t_{11} - t_{21}$ を比較して、どちらが先に干渉チェック領域CP1と干渉するかを判断する。そして、 $t_{13} - t_{23} > t_{11} - t_{21}$ であるときには、領域CP21と領域CP1とが先に干渉すると判断し、逆の場合には領域CP23と領域CP1との干渉が先に生じると判断する。

上記のようにしてどこで干渉が生じるかが決定されれば、この決定に基づいて干渉境界位置C、Fを設定する(ステップS5)。

以後、図1のフローチャートにおいてステップS6以下の手順を実行する。

[0040] 本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態により何ら限定されるものではない。

例えば、本発明においては、第一の刃物台13及び第二の刃物台15に装着される工具T1、T2の本数は、一つでも複数でも適用が可能である。また、複数の工具T1、T2の長さや第一の刃物台13及び第二の刃物台15に装着されたときの刃先位置は、同じであってもよいし異なるものであってもよい。

また、上記の説明では、第二の刃物台15にはX方向に複数の工具T2が装着されるものとして説明したが、本発明はY方向に複数の工具T2が装着される場合にも適用が可能である。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明は、上記のような配置形態を含むものであれば、二つに限らず三つ以上の刃物台を有する数値制御旋盤、例えば、主軸軸線の周りに二つ又三つの刃物台を

有する数値制御旋盤にも適用が可能である。また、刃物台の形態も、櫛歯形に限らずタレット形のものであってもよい。さらに、主軸台が移動する主軸台移動型の数値制御旋盤に限らず、主軸台がベッド上に固定された主軸台固定型の数値制御旋盤にも適用が可能である。また、主軸台の前方にガイドブッシュを有し、このガイドブッシュにワークの先端を支持させるものであってもよい。

請求の範囲

[1] 回転自在な主軸と、この主軸に対して主軸軸線方向及び主軸軸線に交叉する方向に相対的に進退移動が可能な第一の刃物台と、前記主軸に対して前記主軸軸線方向に相対的に進退移動が可能な第二の刃物台とを有する数値制御旋盤におけるワークの加工方法において、

今回の加工で使用した工具が、前記第一の刃物台及び前記第二の刃物台のうちのいずれの刃物台に装着されているものなのかを判断するステップと、

次回の加工で使用する工具が、前記第一の刃物台に装着された工具なのか、前記第二の刃物台に装着された工具なのかを判断するステップと、

前記第一の刃物台及び前記第二の刃物台のうち、今回の加工で使用した工具を装着している刃物台と次回の加工で使用する工具を装着している刃物台とが異なる場合に、移動の途中で前記第一の刃物台と前記第二の刃物台との間に干渉が生じるかどうかを判断するステップと、

前記第一の刃物台と前記第二の刃物台との間に干渉が生じる場合に、それぞれの前記移動経路上で、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台とが近接しつつ干渉しない干渉境界位置を、前記第一の刃物台と前記第二の刃物台のそれぞれについて求めるステップと、

今回の加工で使用した工具を装着している刃物台と次回の加工で使用する工具を装着している刃物台とが異なる場合に、一方の刃物台を早送り速度で前記待機位置に向けて移動させるステップと、

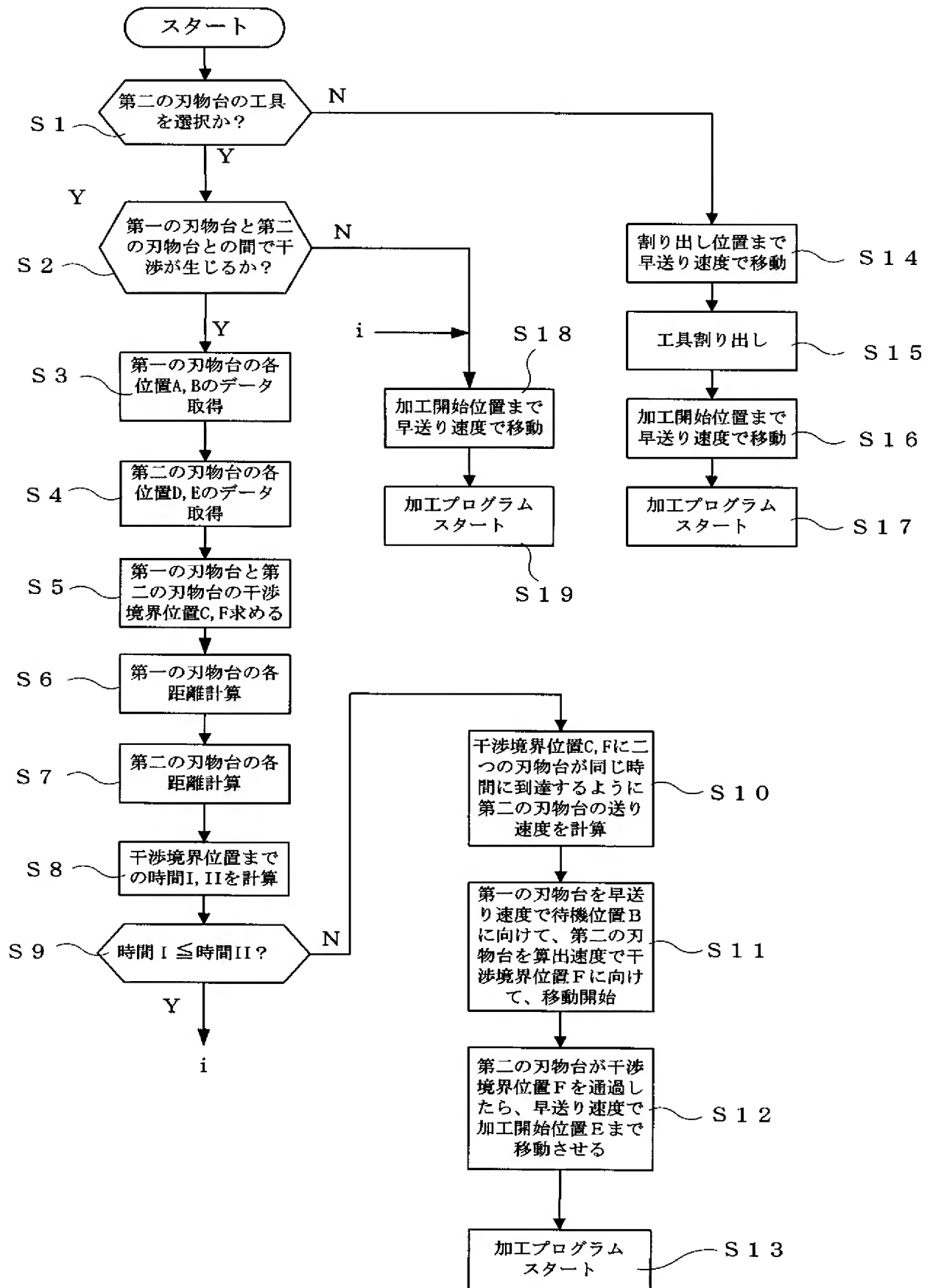
前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達する時間と同一の時間に、次回の加工で使用する工具を装着した他方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するように、前記他方の刃物台の送り速度を求め、得られた送り速度で前記他方の刃物台を前記干渉境界位置に向けて移動させるステップと、

前記他方の刃物台について得られた前記送り速度が早送り速度よりも小さい場合に、前記他方の刃物台が前記干渉境界位置を通過する際に、前記他方の刃物台を早送り速度まで増速させて、次回の加工で使用する前記工具を加工開始位置まで移動させるステップと、

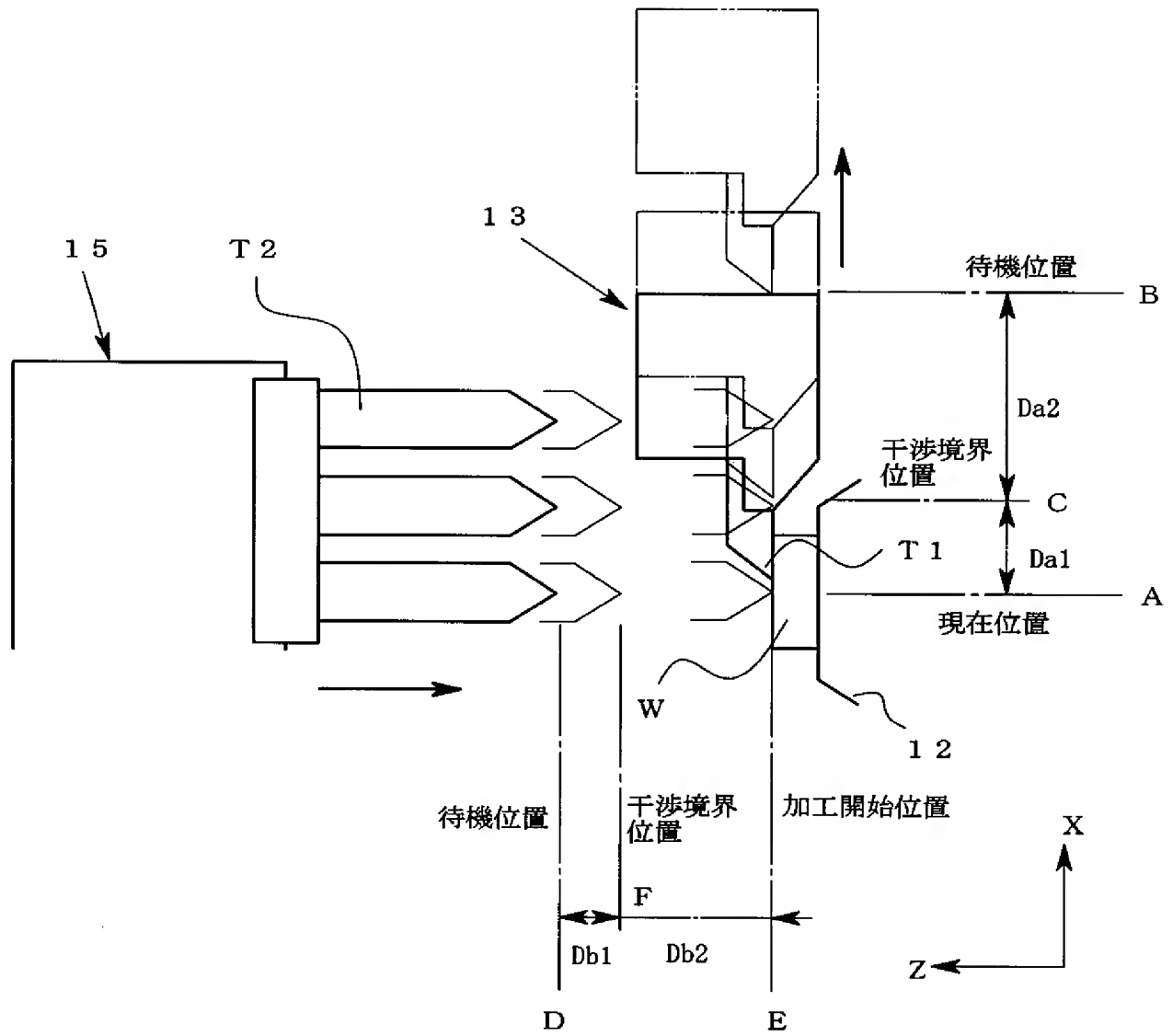
- を有することを特徴とする数値制御旋盤におけるワークの加工方法。
- [2] 前記第二の刃物台に複数の工具が装着される場合に、前記複数の工具が前記主軸軸線と交叉する前記第一の刃物台の移動方向と同方向に配列され、前記第一の刃物台の移動方向と同方向に前記複数の工具を移動させて所定の工具を加工位置に割り出すことを特徴とする請求項1に記載の数値制御旋盤におけるワークの加工方法。
- [3] 前記一方の刃物台を早送り速度で移動させた場合に前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間と、前記他方の刃物台を早送り速度で移動させた場合に前記他方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間とを比較し、前記他方の刃物台が前記一方の刃物台よりも短時間で前記干渉境界位置に到達する場合に、前記他方の刃物台の前記待機位置と前記干渉境界位置との距離と前記一方の刃物台が前記干渉境界位置に到達するまでの時間とから、前記他方の刃物台の送り速度を求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の数値制御旋盤におけるワークの加工方法。
- [4] 前記第二の刃物台と干渉が生じることのある前記第一の刃物台の所定部位と、前記第一の刃物台に装着され、加工位置に割り出された工具の刃先位置とから、第一の干渉チェック領域を前記第一の刃物台について形成し、
この第一の干渉チェック領域と前記第二の刃物台との間で干渉が生じるかどうか及び干渉が生じる位置を判断することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の数値制御旋盤におけるワークの加工方法。
- [5] 前記第二の刃物台に装着されている工具の刃先が同一位置に揃えられている場合に、前記工具の刃先位置と前記工具の径とから第二の干渉チェック領域を前記第二の刃物台について形成することを特徴とする請求項4に記載の数値制御旋盤におけるワークの加工方法。
- [6] 前記第二の刃物台に装着されている工具が長さの異なる工具であって、かつ、刃先位置が不揃いである場合に、工具の各々について刃先位置と工具径と第二の刃物台における装着位置とから第二の干渉チェック領域を形成し、
各干渉チェック領域と前記第一の干渉チェック領域との位置関係から、干渉が生じ

るかどうか及び干渉が生じる位置を判断すること、
を特徴とする請求項4に記載の数値制御旋盤におけるワークの加工方法。

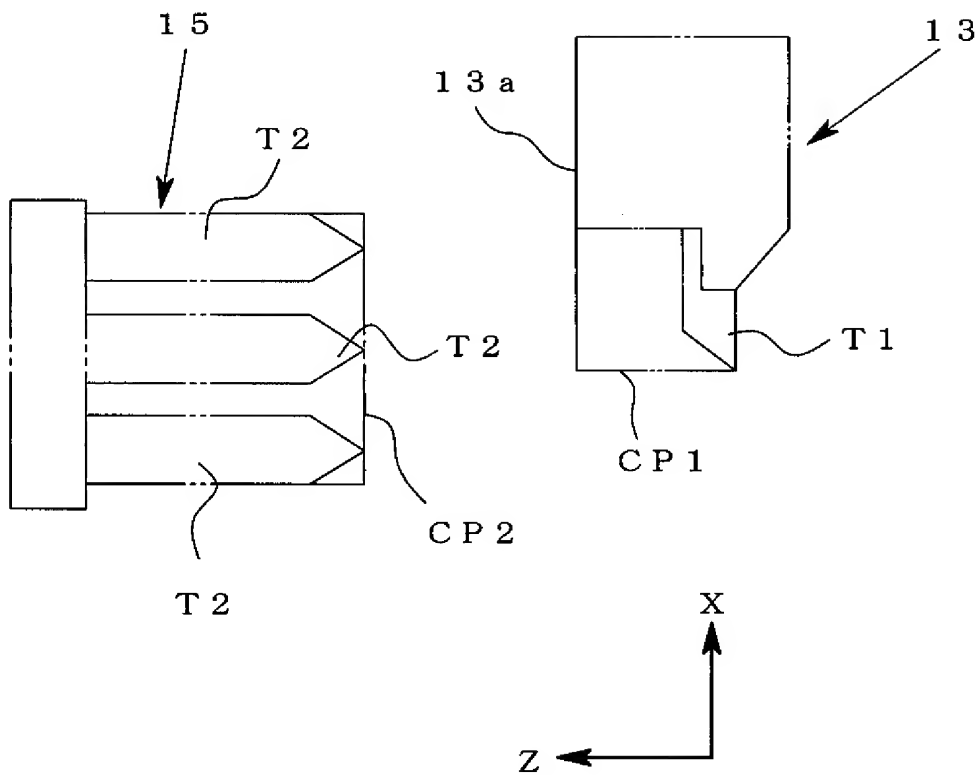
[図1]



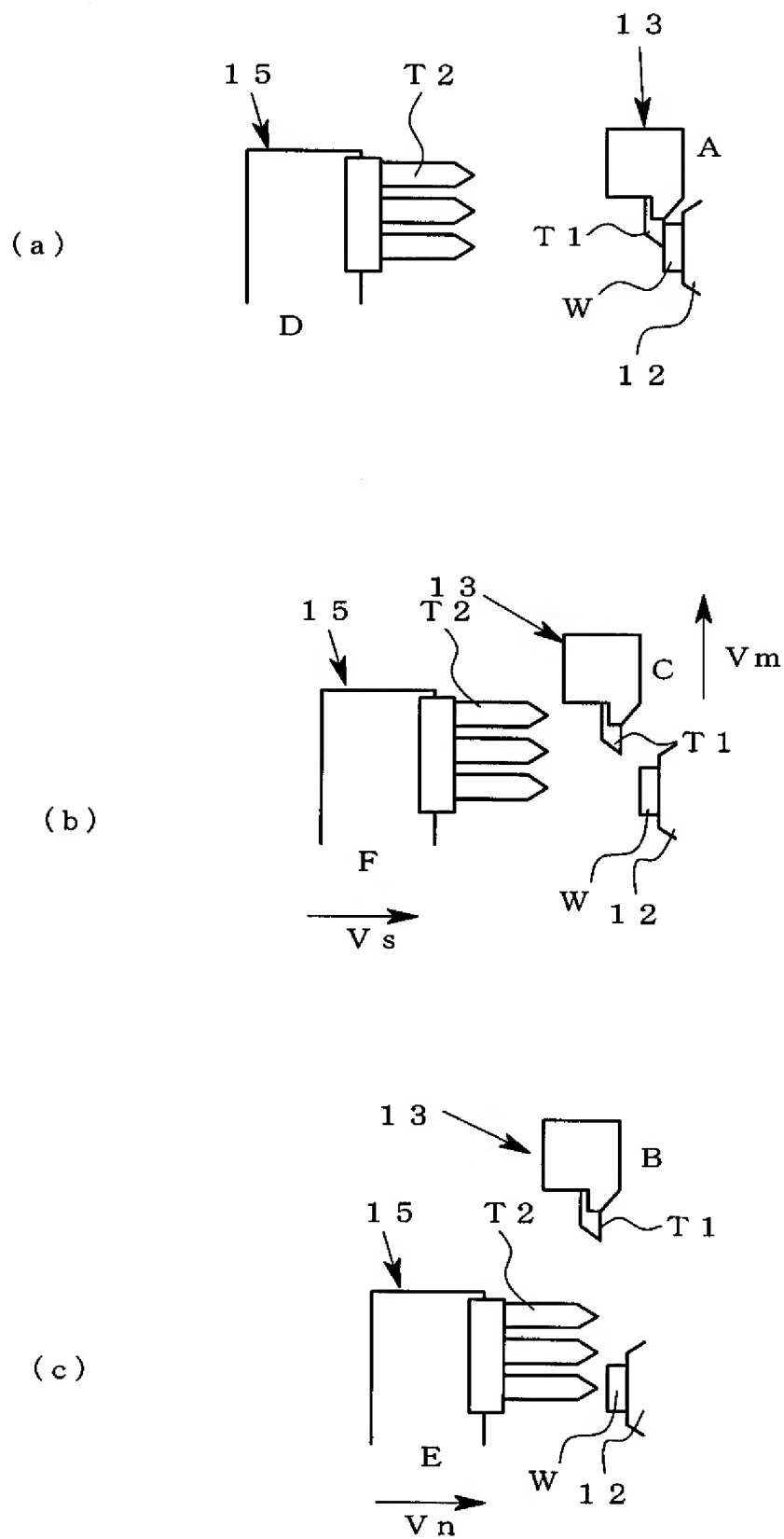
[図2]



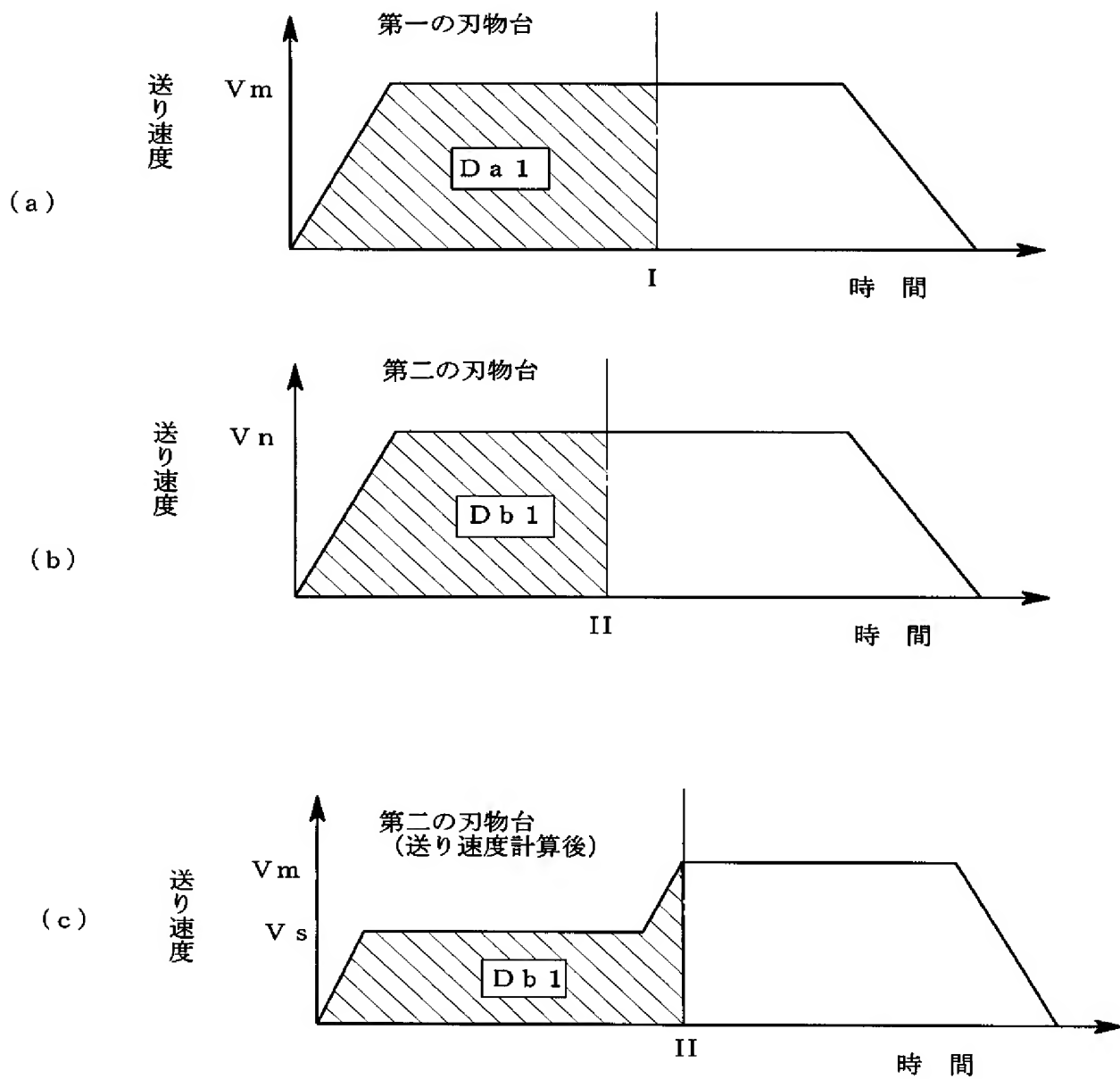
[図3]



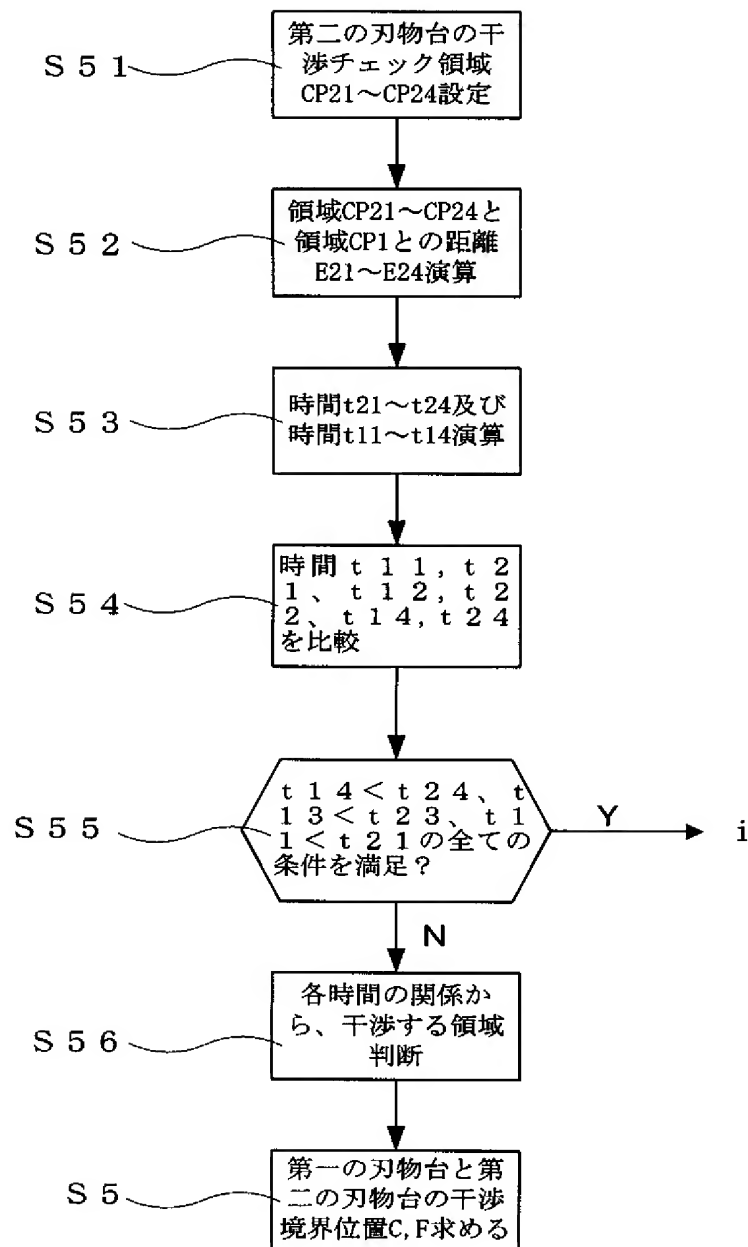
[図4]



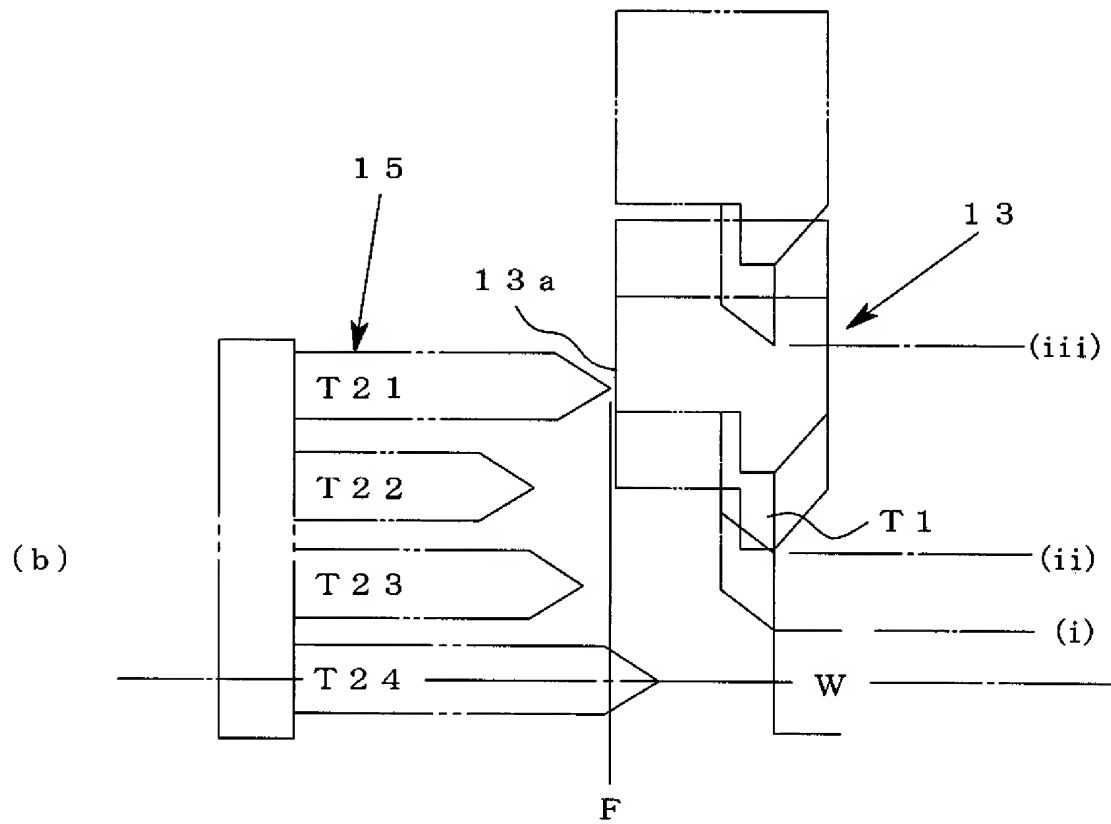
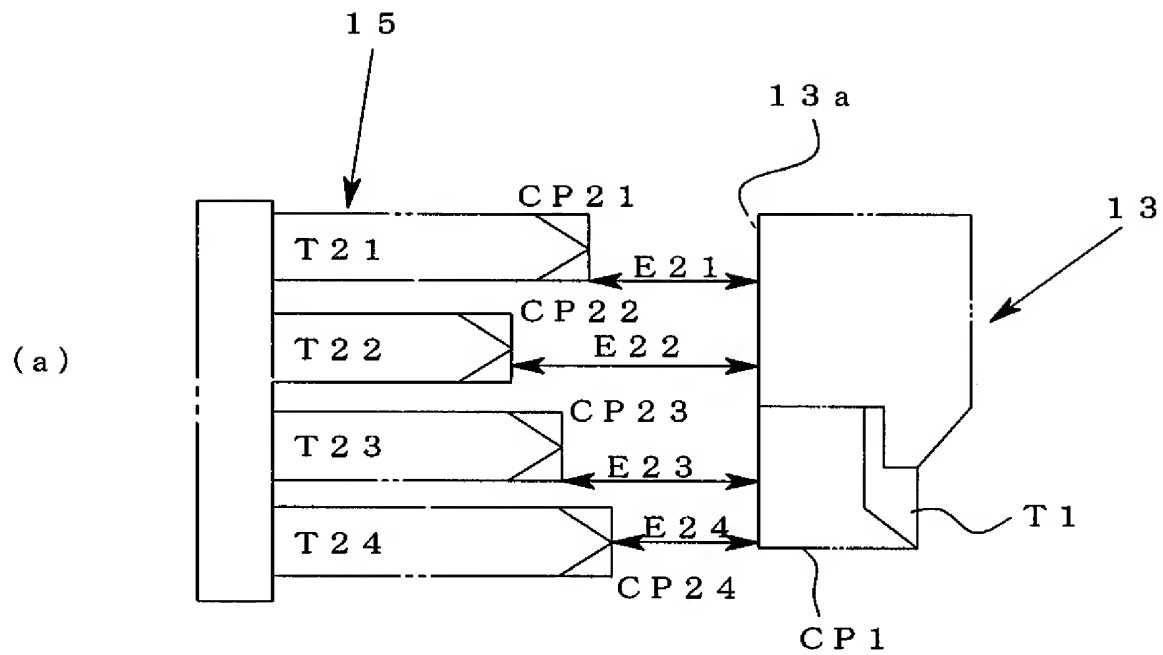
[図5]



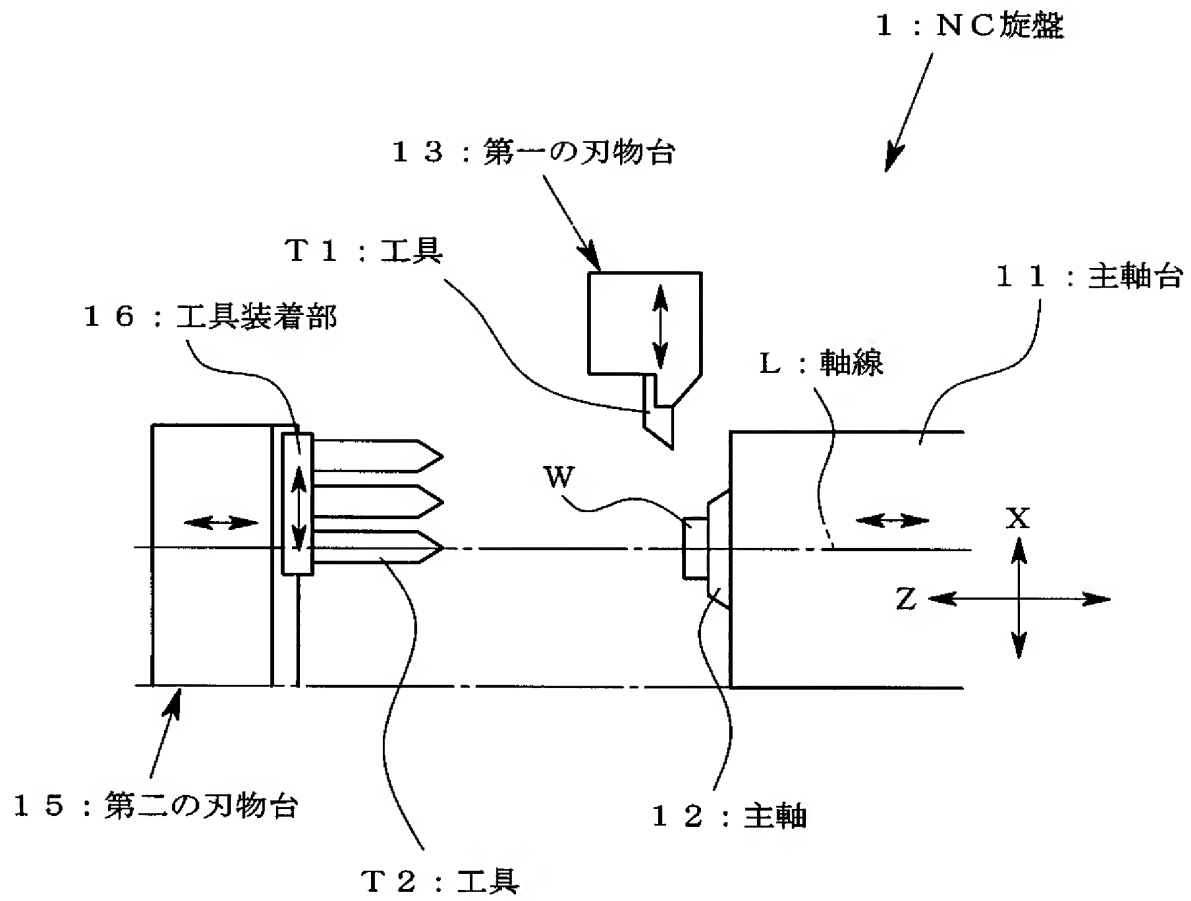
[図6]



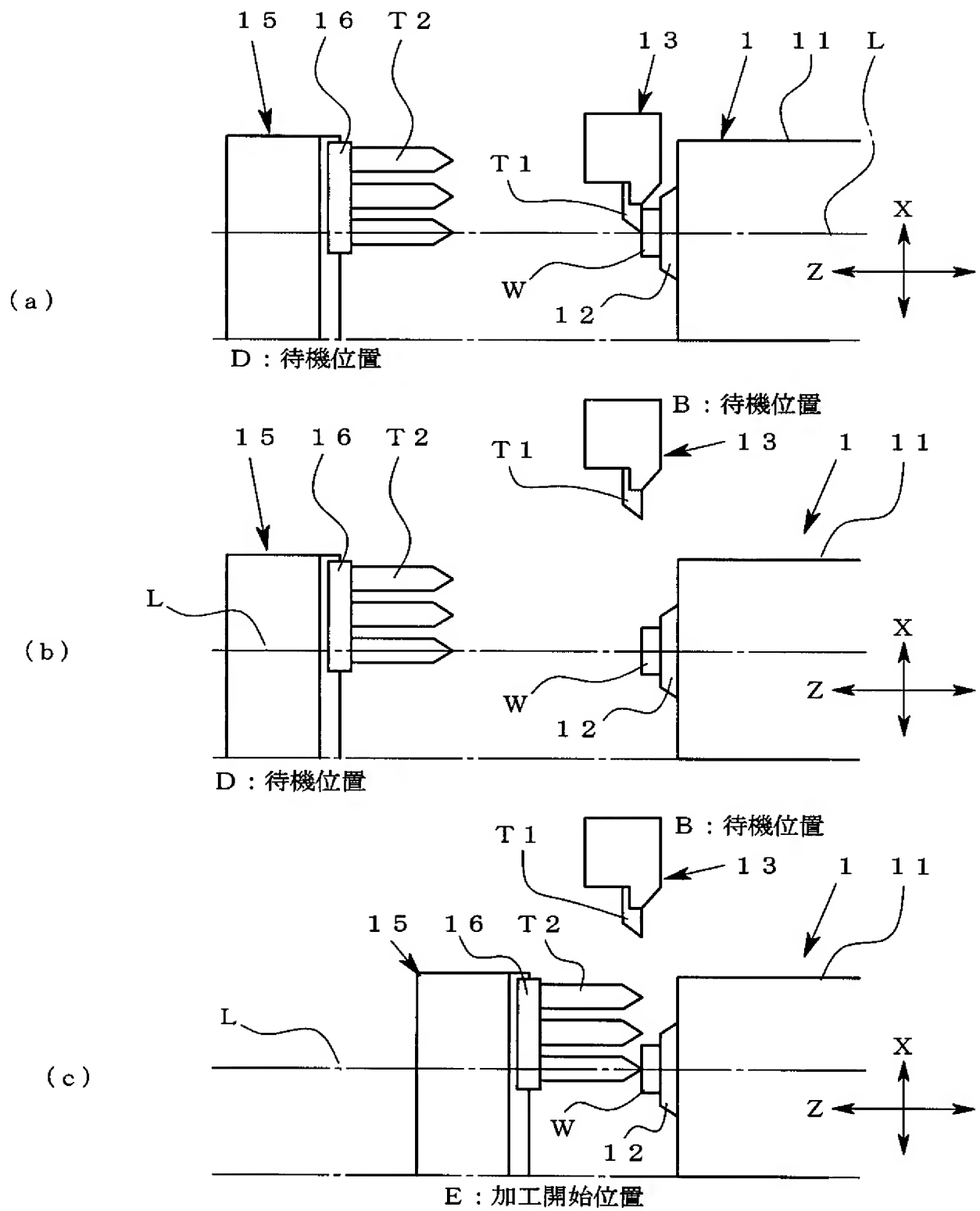
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁷ B23B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ B23B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-18101 A (Nomura Seiki Kabushiki Kaisha), 23 January, 2001 (23.01.01), Fig. 1 (Family: none)	1-6
A	JP 2002-341915 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 29 November, 2002 (29.11.02), Par. No. [0006] & CN 1385270 A	1-6
A	WO 2002/024385 A1 (Citizen Watch Co., Ltd.), 28 March, 2002 (28.03.02), Claims & EP 1321211 A1	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 June, 2005 (08.06.05)

Date of mailing of the international search report

28 June, 2005 (28.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B23B1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B23B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-18101 A (野村精機株式会社) 2001.01.23, 図1 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-341915 A (シチズン時計株式会社) 2002.11.29, 段落【0006】 & CN 1385270 A	1-6
A	WO 2002/024385 A1 (シチズン時計株式会社) 2002.03.28, 特許請求の範囲 & EP 1321211 A1	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.06.2005

国際調査報告の発送日

28.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

齋藤 健児

3C

3020

電話番号 03-3581-1101 内線 3324